

Результаты комплексных испытаний цифрового полигона Нижегородской ГЭС ПАО «РусГидро»

Пилотный проект на Нижегородской ГЭС ПАО «РусГидро» – не только первое промышленное внедрение технологии «Цифровой подстанции» (далее – ЦПС) на электрической станции, но и показательный опыт применения устройств и решений нового поколения в условиях действующего объекта. Наряду с оценкой работоспособности и перспектив применения технологии ЦПС в программно-техническом комплексе обеспечивается проверка и развитие отдельных решений и устройств, применение которых доступно уже сейчас при построении систем автоматизации и управления традиционной архитектуры.

Авторы:

Горелик Т. Г.
Елов Н. Е.
Кириенко О. В.
Кабанов П. В.

История проекта началась с 2013 года, когда было принято решение о реализации пилотного внедрения технологий ЦПС на Нижегородской ГЭС. Этапы выполнения работ включали предварительный анализ существующих проектов «Цифровой подстанции» и соответствующего оборудования, проектирование цифрового комплекса, автономные и комплексные заводские испытания, в том числе с применением испытательного комплекса RTDS, монтажные и пусконаладочные работы комплекса и натурные испытания на станции. К моменту последнего испытательного цикла, за кончившегося осенью 2015 года, комплекс был расширен новыми образцами оборудования российского и зарубежного производства.

Генеральным подрядчиком, поставщиком оборудования и системным интегратором при проектировании и реализации инновационного проекта информационно-измерительного комплекса на действующей ГЭС – филиале ПАО «РусГидро» Нижегородская ГЭС выступило ООО «ЭнергопромАвтоматизация». В рамках пилотного проекта был разработан цифровой комплекс системы автоматического управления одиночного блока генератор – трансформатор № 6, содержащий инновационное оборудование ЦПС:

- оптические трансформаторы тока и напряжения (далее ОТТ и ОТН) компании ЗАО «Профотек»;
- интеллектуальные электронные устройства (далее – ИЭУ):

- контроллер присоединения NPT BAY (далее – КП) с функцией Merging Unit (далее – AMU), контроллер УСО уличной установки NPT MicroRTU (далее – DMU), ООО «ЭнергопромАвтоматизация»;
 - терминалы РЗА (защита блока), ООО «НПП «ЭКРА»;
 - терминалы РЗА (защита блока и защита генератора) TOP-300, ООО «ИЦ Бреслер»;
 - терминал РЗА (защиты трансформатора) RET670, ABB;
 - терминал РЗА (защита трансформатора) Micom P645, Alstom;
 - счетчик электрической энергии ARIS, ООО «Прософт-Системы»;
 - SCADA NPT Expert, ООО «ЭнергопромАвтоматизация»;
 - централизованный регистратор GOOSE и Sampled Values ООО «ЭнергопромАвтоматизация».
- Структурная схема комплекса в расширенном варианте изображена на рисунке 1.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ «ЦИФРОВОЙ ПОДСТАНЦИИ»

Реализованный на действующем объекте проект позволяет оценить особенности работы и эксплуатации инновационного оборудования, а также определить необходимые этапы построения аналогичных решений с использованием техники нового поколения.

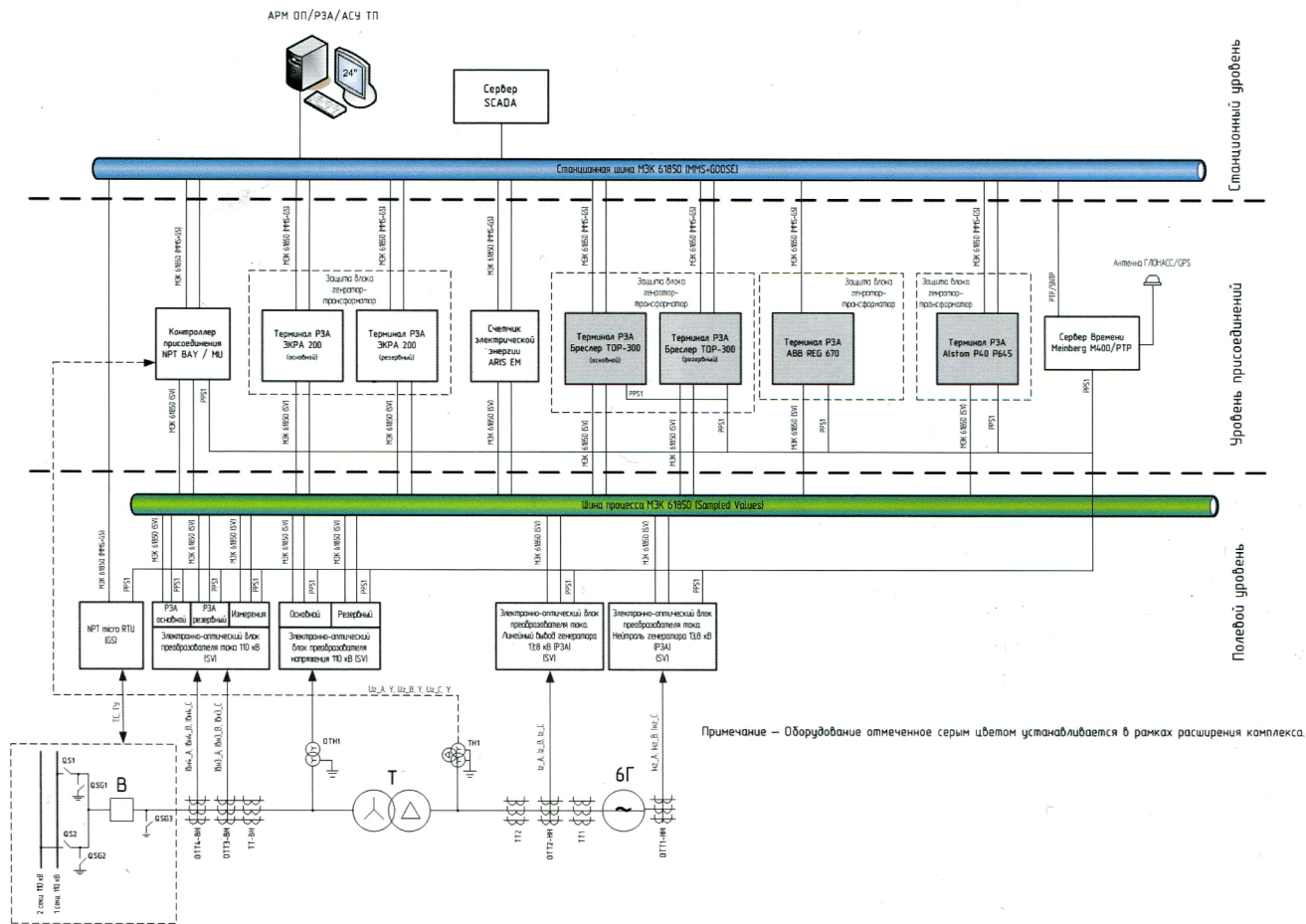


Рис. 1. Структурная схема цифрового комплекса

Важным этапом реализации пилотного проекта стали предварительные комплексные испытания. Оборудование комплекса было установлено на площадке экспертной организации – ОАО «НТЦ ЭЭС». В качестве испытательного оборудования применялся комплекс цифрового моделирования в реальном времени RTDS, а также автономные цифровые испытательные устройства RETOM-61850 и OMICRON CMC 256plus.

Проведение стендовых испытаний позволило на раннем этапе выявить и разрешить проблемы стыковки оборудования различных производителей, выполнить тестирование сетевой инфраструктуры цифрового комплекса и подготовить конфигурационные файлы для всех ИЭУ, в результате чего сократилось время, необходимое на проведение пусконаладочных работ на объекте.

Таким образом, в состав работ при реализации пилотных проектов с использованием технологий ЦПС целесообразно включать этап стендовых интеграционных и режимных испытаний с привлечением ведущих экспертных организаций отрасли. В дальнейшем, проведение стендовых испытаний позволит минимизировать объем работ на энергообъекте и сделает внедрение цифровых информационно-управляющих систем нового поколения выгодным и с экономической точки зрения.

Выполненный комплекс пуско-наладочных работ и проведенные испытания с учетом расширенного объема комплекса позволили на практике определить предпочтительный подход к построению ЛВС на объектах с применением технологий «цифровой подстанции»:

- физическое разделение ЛВС АСУ ТП на шину процесса и станционную шину;
- использование механизмов логического разграничения для управления трафиком в рамках шины процесса;
- применение технологий параллельного резервирования (PRP) на уровне оборудования шины процесса для обеспечения высокой надежности и отсутствия потерь при единичных неисправностях сетевого оборудования.

На сегодняшний день для построения шины станции целесообразно рассматривать применение более простого сетевого оборудования и ИЭУ без использования PRP для оптимизации расходов (при текущей высокой стоимости устройств RED Vox или специализированных плат PRP для серверов и АРМ).

Выполнение наладочных работ и эксплуатация информационно-управляющих систем с применением технологий ЦПС требует применения нового типа устройств – регистра-

Горелик Т. Г., технический директор ООО «ЭнергопромАвтоматизация»

Елов Н. Е., заместитель технического директора по перспективным проектам ООО «ЭнергопромАвтоматизация»

Кириенко О. В., руководитель департамента инновационных разработок ООО «ЭнергопромАвтоматизация»

Кабанов П. В., руководитель отдела подготовки базы данных ООО «ЭнергопромАвтоматизация»



Рис. 2. OTT и OTN 110 кВ

торов цифровых потоков. В рамках реализации проекта на Нижегородской ГЭС для оценки работы оборудования и диагностики шины процесса использовался регистратор разработки ООО «ЭнергопромАвтоматизация». Итогом работы регистратора являются файлы дампа в формате Wireshark и осциллограммы в формате COMTRADE установленной длительности с выбранными потоками Sampled Values (далее – SV) и флагами качества в виде дискретных сигналов, что обеспечивает решение задач общей оценки работы оборудования, поиска проблем и неисправностей в сети, вплоть до определения пропусков в отчетах МЭК61850-9-2LE. Вследствие применения стандартного формата записи данных, анализ результатов работы регистратора может быть выполнен специализированными программными пакетами любого разработчика, что может быть необходимо при оценке работы оборудования отдельных производителей. Особенность регистратора – работа с частотой потока Sampled Values, т.е. отсутствие пропущенных отсчетов. Применение подобных решений целесообразно как при построении перспективных «цифровых подстанций», так и в традиционных проектах для обеспечения регистрации потоков GOOSE-сообщений в ЛВС, соответствующего анализа сетевого трафика и выбора оптимальной топологии построения сети.

Несмотря на выявленные в результате испытаний особенности в работе оптических трансформаторов, получены положи-

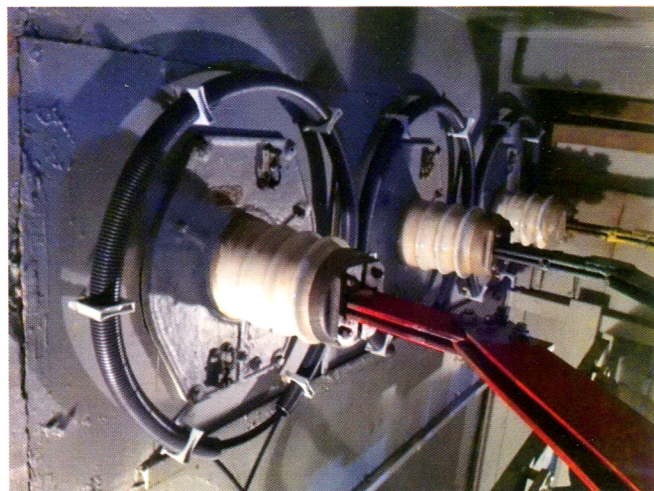


Рис. 3. Гибкая петля OTT 13,8 кВ

тельные результаты использования OTT и OTN на 110 кВ (рис. 2) и OTT на 13,8 кВ (рис. 3).

На стороне 13,8 кВ был установлен OTT в виде гибкой петли. Данный вид OTT является незаменимым для генераторных распределительных устройств: он компактен, удобен в монтаже и может быть установлен без демонтажа и разрыва шинпровода. OTT и OTN на 110 кВ обеспечивают экологичность, безопасность эксплуатации и значительное уменьшение масса-габаритных параметров измерительных трансформаторов и, как следствие, снижение капитальных затрат на строительство.

Важным результатом реализации проекта на Нижегородской ГЭС стало длительное опробование новых технологий на действующем объекте в постоянном режиме эксплуатации. Например, получен положительный опыт применения модульных многофункциональных контроллеров для решения различных задач автоматизации. Реализация проекта и активное обсуждение его результатов в экспертном сообществе позволили предложить новый подход к распределению функций автоматизации между интеллектуальными устройствами.

В составе цифрового комплекса на Нижегородской ГЭС применялся NPT MicroRTU – выносное УСО, установленное на открытом распределительном устройстве и многофункциональный контроллер NPT BAY с функцией передачи SV, установленные на РУ-13,8 кВ в Щите возбуждения 6Г. Применение такого решения обеспечило максимальное приближение устройства сбора информации к контролируемому объекту, тем самым способствовало существенному сокращению кабельных связей, а использование контроллера присоединения с функцией MU позволило отказаться от установки OTN на низкой стороне.

Положительный опыт эксплуатации многофункциональных устройств NPT открывает новые возможности их перспективного применения. Следующим этапом развития подобных устройств может стать совмещение в одном устройстве функций сбора дискретной и аналоговой информации, управления присоединением, формирования потоков SV и функций РЗА.

Исходя из опыта применения многофункциональных устройств в рамках проекта на Нижегородской ГЭС можно пред-

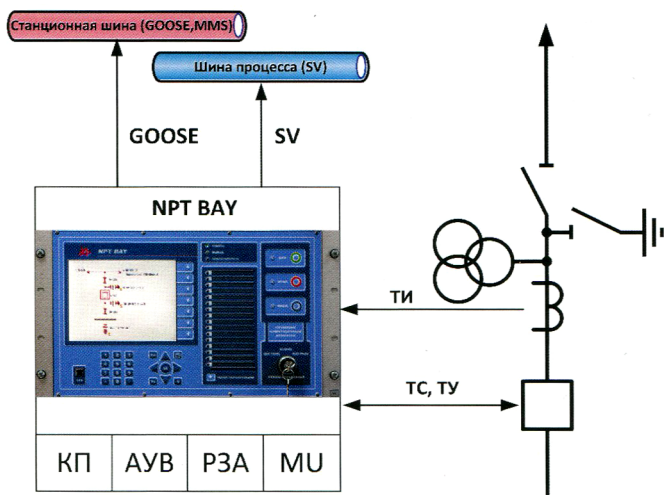


Рис. 4. Многофункциональный контроллер NPT BAY

ложить перспективные направления развития данного вида оборудования:

- выносное УСО уличного исполнения с функциями МУ и РЗА;
- устройство управления высоковольтной ячейкой КРУЭ;
- устройство автоматизации ячейки 6–35 кВ.

Для решения задач модернизации традиционных энергообъектов по технологии ЦПС могут применяться выносные УСО уличного исполнения NPT MicroRTU с функциями AMU/DMU и резервных защит. Такое решение может применяться, когда нет возможности модернизировать первичное оборудование и выполнить установку оптических измерительных трансформаторов. В этом случае устройство позволяет предоставить измерения в виде потоков SV для функционирования других ИЭУ и выполнить отдельные функции РЗА.

При построении систем автоматизации на объектах с применением КРУЭ могут найти применение устройства управления высоковольтной ячейкой NPT BAY с функцией AMU (рис. 4). Многофункциональные устройства монтируются в шкафах управления КРУЭ и позволяют выполнять функции сбора информации и управления, АРМ резервного управления присоединением, функции автоматики управления выключателем и защиты присоединения (КСЗ), а также преобразования аналоговых сигналов в цифровой поток МЭК61850-9-2LE для использования как в децентрализованных, так и в централизованных системах РЗА.

Еще одним примером использования многофункциональных устройств NPT RPA с функцией AMU является построение систем автоматизации ячеек 6–35 кВ (рис. 5). Контроллеры NPT RPA, установленные на низкой стороне трансформатора, способны выполнять функции КП (ТМ), РЗА, а также передавать измерения в виде потока SV для дифференциальных защит трансформатора.

В настоящее время ведется дискуссия об архитектуре РЗА цифровой подстанции, предмет которой – выбор между централизованными и децентрализованными системами. Применение модульных многофункциональных устройств позволяет совместно использовать преимущества обеих систем. В этом случае многофункциональные устройства выступают в роли AMU и DMU с функциями резервных защит и предоставляют всю необходимую информацию в виде SV и GOOSE для основных защит, которые могут быть построены на централизованном принципе. Такая кон-

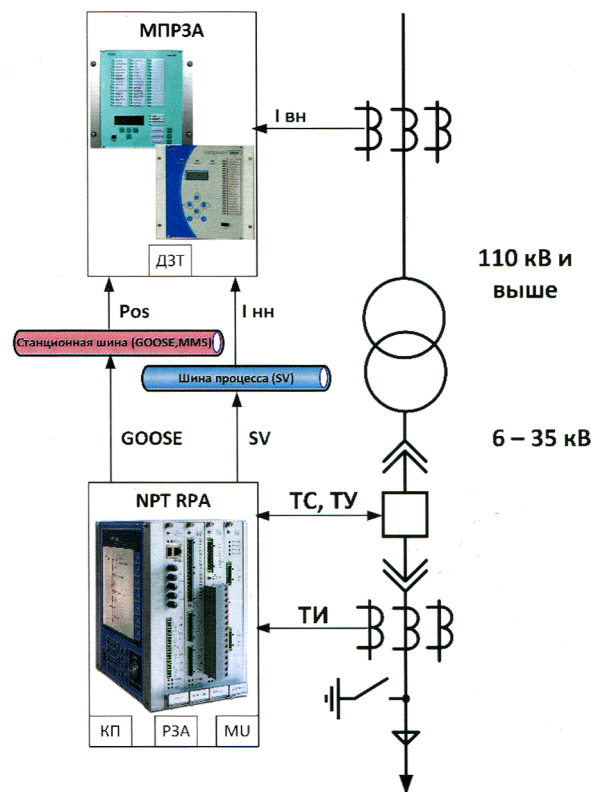


Рис. 5. NPT RPA в ячейке 6–35 кВ

фигурация позволяет обеспечить необходимое резервирование в случае отказа сети Ethernet, а также оптимизировать распределение функций вторичных подсистем по минимально необходимому числу устройств, тем самым обеспечивая сокращение номенклатуры оборудования и снижение капитальных затрат на строительство и модернизацию. В результате чего сокращается количество шкафов вторичного оборудования в помещении РЩ и площади зданий ПС, снижается требуемая мощность системы гарантированного питания, а также уменьшается стоимость монтажных работ и кабельной продукции.

Многофункциональные устройства успешно могут применяться не только при построении «цифровых подстанций», но и в информационно-управляющих системах традиционной архитектуры, обеспечивая при этом технические преимущества и положительный экономический эффект.

ВЫВОДЫ

Нижегородская ГЭС стала площадкой научного и технологического интереса энергетического сообщества как первое в России промышленное внедрение технологии «цифровой подстанции» на действующем объекте гидроэнергетики. Режим эксплуатации станции обеспечивает постоянную работу инновационного оборудования, тем самым предоставляя уникальную информационно-аналитическую базу разработчикам и экспертам отрасли.

Ряд решений и технологий, успешно опробованных в составе комплекса, может быть применим не только при реализации «цифровых подстанций», но и в системах традиционной архитектуры. Использование инновационных элементов с положительным экономическим эффектом от внедрения обеспечивает развитие отрасли в любых финансовых условиях.